

Memorandum  
TNO 2021 M11700

Aan  
[REDACTED]

Van  
[REDACTED]

Kopie aan

MinDef: [REDACTED]

TNO: [REDACTED]

Onderwerp

SMART-L bijdrage samengestelde blootstelling

**Defensie en Veiligheid**  
Oude Waalsdorperweg 63  
2597 AK Den Haag  
Postbus 96864  
2509 JG Den Haag

www.tno.nl

T +31 88 866 10 00  
F +31 70 328 09 61

**Datum**

21 september 2021

**Onze referentie**

DHW-2021-ED-100341656

**Contactpersoon**  
[REDACTED]

**E-mail**  
[REDACTED]

**Projectnummer:**

060.42151

## Introductie.

Voor de lijst van alternatieve locaties voor het zuidelijke SMART-L systeem die zijn gegeven in de rapportage van het Rijksvastgoedbedrijf met de titel "Aanvullend locatieonderzoek zuidelijke SMART-L radar" is door TNO bepaald wat de blootstellingsbijdrage van de SMART-L met een antennehoogte op 34 meter op de dichtstbijzijnde woning is. Hiervoor is gebruik gemaakt van de berekeningswijze zoals uiteengezet in de laatste TNO-rapportage TNO 2021 R10627 getiteld "Onderzoek naar veranderingen van het RF-blootstellingsniveau door verhoging SMART-L radarantenne". De lezer wordt verwezen naar dit TNO-rapport voor de beschrijving van de overeenkomsten en verschillen met de eerdere TNO-rapportages. De door TNO gegeven bijdrage is voor alleen het radarsysteem. In dit memorandum bespreekt TNO ook de te verwachten aspecten ten aanzien van de gelijktijdige samengestelde blootstelling. Ook wordt de complexiteit van de exacte vaststelling van de bijdragen van externe RF-bronnen besproken. Vanwege de aanwezigheid van een omroepzendmast op een van de locaties, wordt ook kort ingegaan op mogelijke onderlinge elektromagnetische verstoringen van de daar aanwezige radiozendingrichtingen. Het memorandum wordt afgesloten met een conclusie.

## Bijdrage SMART-L aan het RF-blootstellingsniveau

TNO heeft berekeningen uitgevoerd voor 4 meter hoogte boven het maaiveld. Deze hoogte is gekozen als middenweg tussen 2 en 10 meter hoogte, en om te voorkomen dat in deze fase de beschouwing een opsomming wordt van meer tabellen die uiteindelijk tot dezelfde conclusie leiden. De resultaten zijn in Tabel 1 als het percentage van de bijbehorende ICNIRP2020-referentiewaarden, die TNO als limietwaarden beschouwd, weergegeven. Dit percentage is bepaald uit de maximale waarde van de berekende elektrische (piek)veldsterkten onder zowel vrije-ruimte als grond-reflectie propagatiecondities. Volledigheidshalve wordt hier aangegeven dat de limietwaarde voor de tijdgemiddelde elektrische veldsterkte

47,6 V/m RMS (root mean square) bedraagt. De limietwaarde voor de piekwaarde van de elektrische veldsterkte bedraagt 861 V/m, zie TNO 2021 R10627.

**Datum**  
21 september 2021

**Onze referentie**  
DHW-2021-ED-100341656

*Tabel 1 Blootstellingsniveau op 4 meter hoogte boven het maaiveld van de SMART-L in AAW modus (draaiende antenne) en BMD modus (starende modus). In de tabel staat het percentage van de geldende ICNIRP2020 limiet conform de methodiek uiteengezet in TNO 2021 R10627.<sup>1</sup>*

**Blad**  
2/11

Locatie	Afstand tot dichtstbijzijnde woning	AAW (roterende antenne)		BMD (starende modus)	
		Piek %ICNIRP	Tijdgemiddeld %ICNIRP	Piek %ICNIRP	Tijdgemiddeld %ICNIRP
Herwijnen	370	1.6	1.8	2.4	15.5
Nieuwpoort	600	1.2	1.6	1.4	8.9
Goudriaan	670	1.4	1.6	1.6	10.7
Meerkerk	600	1.2	1.6	1.4	8.9
Krimpenerwaard	810	1.6	1.7	1.9	12.5
Lopikerwaard-Zuid	950	1.2	1.4	1.5	9.9
Polsbroek Cabauw	1100	1.1	1.4	1.4	8.9
Polsbroek Vlist	970	1.2	1.4	1.5	9.7
Hoenkoop	1000	1.2	1.4	1.5	9.6
Snelrewaard	950	1.2	1.4	1.5	9.9
Montfoort	850	1.5	1.7	1.8	11.9
Ottoland	780	1.6	1.7	1.9	12.6
Noordeloos	705	1.5	1.7	1.8	11.7
Schoonrewoerd	700	1.5	1.7	1.8	11.5
Schalkwijk	710	1.5	1.7	1.8	11.8
Tricht	660	1.4	1.6	1.6	10.4
Nederhemert	700	1.5	1.7	1.8	11.5

## Samengestelde blootstelling

### Achtergrond samengestelde blootstelling

In hoofdstuk 2 van de TNO-rapportage TNO 2020 R10094 is uiteengezet hoe de ICNIRP tot de in de richtlijn gehanteerde referentiewaarden komt. Vanwege het frequentiebereik van de SMART-L en de externe RF-bronnen is de opwarming van het weefsel maatgevend. De basisrestrictie, de zogenaamde *Specific Absorption Rate* [W/kg] (SAR), is daarbij normstellend. De SAR is een maat voor het elektromagnetisch vermogen dat wordt geabsorbeerd per kilogram lichaamsgewicht. Indien meerdere bronnen gelijktijdig actief zijn, dan is het opwarmingseffect de som van alle afzonderlijke vermogensbijdragen. De vermogensdichtheid  $P_D(\vec{x})$  (in W/m<sup>2</sup>) van een elektromagnetisch veld  $\vec{E}(\vec{x})$  (in V/m) wordt berekend door:

<sup>1</sup> In de tabel wordt een punt in plaats van een komma als decimaal scheidingsteken gebruikt.

**Datum**

21 september 2021

**Onze referentie**

DHW-2021-ED-100341656

**Blad**

3/11

$$P_D(\vec{x}) = \frac{|\vec{E}(\vec{x})|^2}{120\pi}$$

Hieruit valt op dat de vermogensdichtheid van een elektromagnetisch veld afhangt van het kwadraat van de elektrische veldsterkte. In geval er meerdere bronnen gelijktijdig aanwezig zijn, moeten de afzonderlijke vermogensdichtheden van het elektromagnetische veld worden opgeteld, wat dus neerkomt op de som van de kwadraten van de afzonderlijke elektrische veldsterkten. Om voor de samengestelde blootstelling te kunnen controleren of de basisrestrictie uit de ICNIRP richtlijn niet wordt overschreden, schrijft de ICNIRP-richtlijn een methodiek voor. Deze methodiek is in sectie 2.3.4 van de TNO-rapportage TNO 2020 R10094 nader toegelicht (letterlijk citaat):

*De ICNIRP-richtlijn schrijft een methodiek voor om te controleren of samengestelde blootstelling aan meerdere stralingsbronnen de limietwaarde overschrijdt. Deze methodiek verdisconteert verscheidene stralingsbronnen, met mogelijk verschillende frequenties. Om te toetsen of aan de ICNIRP blootstellingslimiet wordt voldaan, moet de volgende som worden bepaald:*

$$L^2 = \sum_{i=100 \text{ kHz}}^{300 \text{ GHz}} \left( \frac{E_i}{E_{L,i}} \right)^2 \leq 1$$

*waarbij  $E_i$  (in de teller) de elektrische veldsterkte is die wordt gemeten, of is berekend, voor frequentie  $i$ .  $E_{L,i}$  (in de noemer) is het elektrische veldsterkte referentieniveau die voor frequentie " $i$ " in de ICNIRP als maximum wordt opgegeven.  $L$ , berekend door de wortel te nemen van de gesommeerde reeks, geeft de fractie van de totale ICNIRP blootstellingslimiet weer.  $L$  vermenigvuldigd met 100 geeft het percentage van de limiet aan.*

In deze methodiek is herkenbaar dat de som wordt genomen van de afzonderlijke gekwadraterde elektrische veldsterkten.<sup>2</sup> Tevens valt op dat per RF-bron wordt genormeerd naar de bij die bron behorende referentiewaarde (de term  $E_{L,i}$ ). Dat is nodig, omdat de in de ICNIRP-richtlijn vermelde referentiewaarde frequentieafhankelijk is, zie Figuur 1 uit de TNO-rapportage TNO 2020 R10094. Op deze wijze worden de afzonderlijke bijdragen gecorrigeerd voor deze frequentieafhankelijkheid, voordat de bijdragen bij elkaar worden opgeteld. Zo wordt een frequentieafhankelijke maat verkregen die getoetst kan worden.

<sup>2</sup> Het grote symbool rechts van het is-gelijk-teken is een symbool uit de Griekse taal: kapitaal (hoofdletter) sigma. Wiskundigen en fysici gebruiken dit om een sommatie (optelling) aan te geven.

Zoals in de geciteerde tekst hierboven vermeld is, wordt het blootstellingsniveau als percentage van de samengestelde blootstellingslimiet berekend door de vierkantswortel van  $L^2$  te nemen en de positieve uitkomst te selecteren:<sup>3</sup>

$$L = \sqrt{\sum_{i=100 \text{ kHz}}^{300 \text{ GHz}} \left(\frac{E_i}{E_{L,i}}\right)^2}$$

Voor de volledigheid wordt opgemerkt dat aan de ICNIRP-richtlijn wordt voldaan indien geldt  $L \leq 1$ .

Deze sommatierelatie om een samengestelde blootstelling te toetsen kan ook worden omschreven om, indien de bijdragen van alle andere externe RF-bronnen bekend zijn, te berekenen wat de maximale bijdrage van de SMART-L zou mogen zijn opdat de 100%-limietwaarde van een samengestelde blootstelling niet wordt overschreven. In het navolgende wordt deze exercitie uitgevoerd. Stel dat de bijdrage van de SMART-L aan de gelijktijdig samengestelde blootstelling de SMART-L als bron nummer  $N$  in de sommatie zou zijn en de overige RF-bronnen zijn de bronnen 1 tot en met  $N-1$ . In dat geval kan met de hierboven gegeven sommatierelatie voor de samengestelde blootstelling een nieuw limietwaarde voor de tijdgemiddelde veldsterkte van de SMART-L worden bepaald volgens:

$$E_{Max}^{SMART-L} = 47,6 * \sqrt{1 - \sum_{i=1}^{N-1} \left(\frac{E_i}{E_{L,i}}\right)^2}$$

Opgemerkt wordt dat 47,6 V/m RMS de ICNIRP2020 referentiewaarde is bij 1,2 GHz, de laagste frequentie van de SMART-L radar. Alleen indien er geen externe RF-bronnen aanwezig zijn, mag de SMART-L radar deze veldsterkte genereren, hetgeen onrealistisch is te veronderstellen.

Afhankelijk van de overige RF-bronnen, zal de maximaal toelaatbare bijdrage van de SMART-L lager uitvallen. Men zou geneigd kunnen zijn te veronderstellen dat als de externe RF-bronnen voor 15% van de limiet zouden veroorzaken dat de SMART-L voor 100%-15%=85% van de limiet zou kunnen bijdragen. Dat is echter een onjuiste veronderstelling wat wordt veroorzaakt omdat de vermogensdichtheden moeten worden opgeteld en niet de elektrische veldsterkten waaruit de percentages zijn berekend.

Om grafisch weer te geven dat dit verband niet lineair is, wordt in **Error! Reference source not found.** gepresenteerd wat maximaal toelaatbare bijdrage in procenten van de ICNIRP-referentiewaarde voor de SMART-L afhankelijk van de bijdragen van de overige RF-bronnen. Deze maximale waarde is gegeven op

<sup>3</sup> De vierkantswortel, symbool  $\sqrt{\quad}$ , is 'het omgekeerde' van kwadrateren:  $3 \times 3 = 9$ ,  $\sqrt{9} = 3$ . Naast de positieve uitkomst is er ook een negatieve, namelijk  $-3$ , immers  $-3 \times -3$  is ook 9.

**Datum**

21 september 2021

**Onze referentie**

DHW-2021-ED-100341656

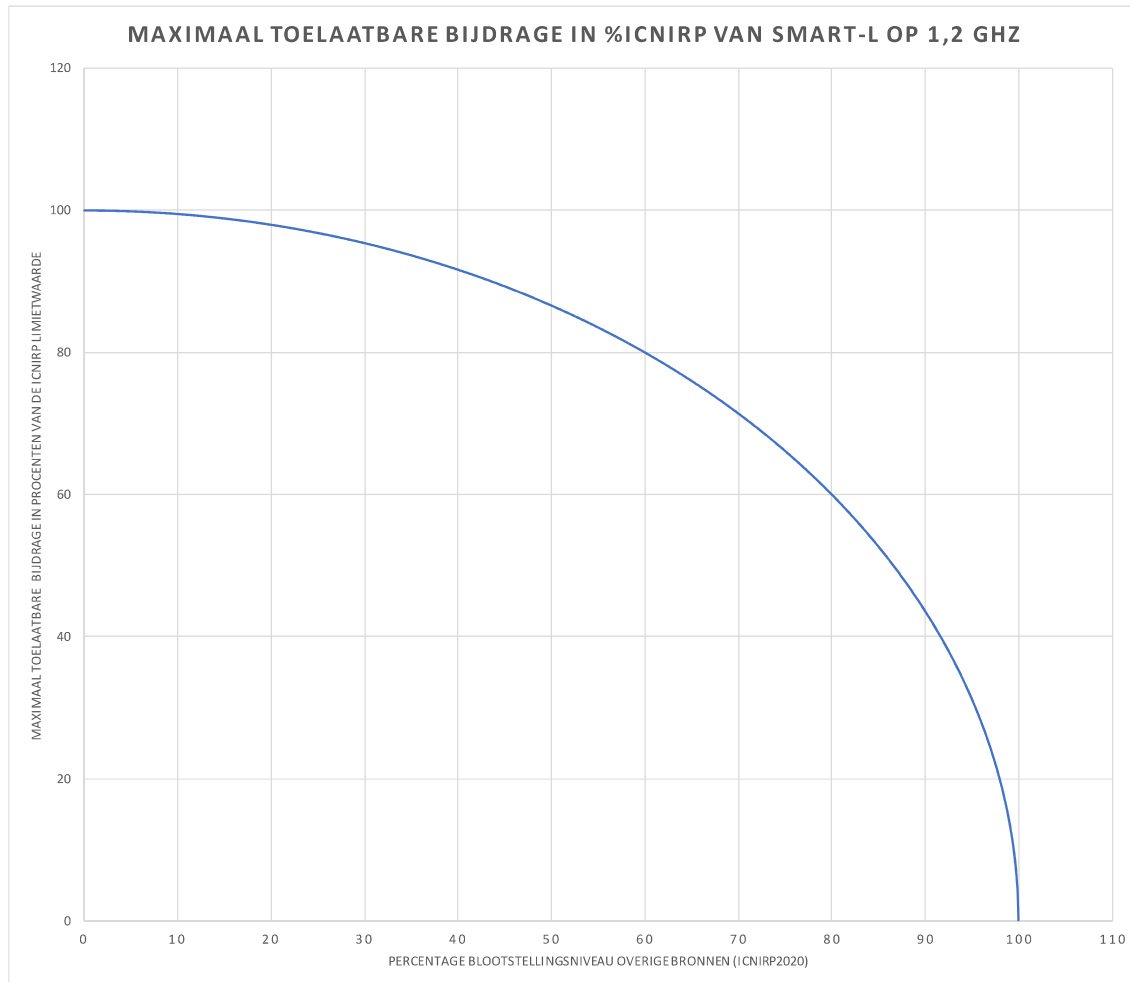
**Blad**

4/11

de verticale as en een functie van de bijdragen van de overige bronnen in procent van de limietwaarde van ICNIRP2020 wat op de horizontale as is weergegeven.

**Datum**  
21 september 2021

**Onze referentie**  
DHW-2021-ED-100341656



*Figuur 1 Maximaal toelaatbare bijdrage tijdgemiddeld blootstellingsniveau SMART-L in een samengestelde blootstelling. De verticale as geeft de maximale bijdrage van de SMART-L radar in procenten van de bijbehorende ICNIRP-limietwaarde (47,6 V/m RMS op 1,2 GHz). De horizontale as geeft het percentage van de ICNIRP2020 limiet van de (reeds aanwezige) externe bronnen.*

### **Samengestelde blootstelling van externe RF-bronnen**

Het vaststellen wat het blootstellingsniveau is van aanwezige externe RF-bronnen is niet triviaal. Allereerst is het goed zich te realiseren dat er een grote mate van variatie mogelijk is. Op een balkon (bijna recht) tegenover een basisstation van mobiele telefonie zal het blootstellingsniveau daarvan belangrijk hoger zijn dan op staatsniveau nagenoeg helemaal onder dat basisstation. Zo ook zal het blootstellingsniveau langs de grachtengordel in een stad zeer waarschijnlijk hoger uitvallen dan op een terras op het platteland. Er is dus een sterke afhankelijkheid van lokale omstandigheden (zoals afstand tot mobiele telefonie basisstations).

Echter ook de aanwezigheid (of afwezigheid) van eigen RF-bronnen, zoals mobiele telefoons en/of van Wifi-routers of repeaters in huis zijn belangrijk. Zoals in de TNO-rapportage TNO 2020 R10094 in Hoofdstuk 5 is uiteengezet, is een exacte bepaling van de bijdragen aan de gelijktijdig samengestelde blootstelling van andere bronnen dan de SMART-L derhalve niet te geven.

**Datum**

21 september 2021

**Onze referentie**

DHW-2021-ED-100341656

**Blad**

6/11

Hoewel het volgend gestelde vreemd kan overkomen, is een exacte bepaling van het blootstellingsniveau van externe RF-bronnen over het algemeen ook niet heel erg relevant. Bijvoorbeeld: indien uit Figuur 1 een willekeurig punt op de horizontale as genomen wordt, zeg 60%, dan mag de SMART-L bij dit samengesteld blootstellingsniveau van externe bronnen nog steeds 80% van de "eigen" limietwaarde veroorzaken, immers  $\sqrt{0,6^2 + 0,8^2} = 1$ . En 80% van 47,6 V/m is 38,1 V/m. In Tabel 1 is overigens te zien dat de hoogste berekende bijdrage van de SMART-L nog geen 16% van deze limietwaarde bedraagt.

**Meetdata Agentschap Telecom**

Dan rijst mogelijk nu de vraag of het blootstellingsniveau van externe bronnen van 60% wel of niet realistisch is. Daarvoor heeft TNO meetdata van het Agentschap Telecom geanalyseerd. In Appendix A is aangegeven hoe deze analyse is uitgevoerd. Op basis van Appendix A wordt aangenomen dat op iedere kandidaat alternatieve locatie de externe bronnen voor maximaal 25% bijdragen aan de maximaal toegestane blootstellingsniveau conform ICNIRP2020. De veronderstelling in het rekenvoorbeeld van 60% is derhalve een overschatting.

Wanneer de bijdrage aan de samengestelde externe RF-bronnen 25% bedraagt, dan mag de bijdrage van de SMART-L maximaal 96,8% van de limietwaarde bedragen, immers  $\sqrt{0,25^2 + 0,968^2} = 0,9998 < 1$ . Omgerekend naar elektrische veldsterkte mag de SMART-L minder, of gelijk aan, 46,1 V/m in plaats van 47,6 V/m<sup>4</sup> op de locatie opwekken.

Naast de mogelijke effecten op de stralingsniveaus en toets tegen de ICNIRP, is TNO aanvullend gevraagd om een korte analyse te maken over mogelijke elektromagnetische interferentie tussen de SMART-L en een omroepzendinginstallatie. Deze korte analyse volgt hierna.

**Elektromagnetische interferentie op de kandidaat locatie Lopikerwaard-Zuid**

De Lopikerwaard-Zuid is een bijzondere locatie omdat daar de omroepzendinginstallatie bekend als "zendmast Lopik" staat. Vanuit deze zendmast worden radio- en televisie-uitzendingen verzorgd. Het gaat hierbij om zowel analoge FM-radio (88 – 108 MHz), als de nieuwere digitale technieken Terrestrial

---

<sup>4</sup> Opgemerkt wordt dat dit verschil binnen de meetfouten ligt die redelijkerwijs van een professioneel meetsysteem te verwachten is. Indien de gemeten waarde 46,4 V/m bedraagt en de meeton nauwkeurigheid 1,7 dB is, dan is met 95% zekerheid te stellen dat de daadwerkelijke waarde tussen 42 V/m en 51,2 V/m is. De toepassing van de veiligheidsfactor 50 voor algemeen publiek in de ICNIRP-richtlijn is, naast andere onzekerheden, ingevoerd om ook met deze meeton nauwkeurigheden veilig om te kunnen gaan.

Digital Audio Broadcast (TDAB) (174 – 230 MHz) en Digital Video Broadcast Terrestrial (DVBT, 470 – 791 MHz). Daarnaast zijn een tweetal VHF diensten aanwezig (rond 170 MHz) en is er een bijzondere vergunning op 3,5 GHz. De vaste (straal)verbindingen die op deze locatie aanwezig zijn, werken in het segment van 6 – 38 GHz.

**Datum**

21 september 2021

**Onze referentie**

DHW-2021-ED-100341656

**Blad**

7/11

De SMART-L werkt in L-band, tussen 1,2 en 1,4 GHz hetgeen als eerste conclusie aangeeft dat er in de frequentie-indeling geen interferentieproblemen te verwachten zijn. Eventuele *out-of-band* interferentie of interferentie door ongewenste emissies lijkt vanwege het gebruik van professionele radiozendingrichtingen niet voor de hand te liggen.

Op de vraag of de SMART-L last zou kunnen hebben van eventuele ongewenste harmonische RF-emissies vanuit de “zendmast Lopik” is niet waarschijnlijk, maar ook niet op voorhand uit te sluiten. Overwogen kan worden om op de kandidaat locatie metingen uit te voeren om vast te stellen wat de interferentiesituatie in de L-band op deze alternatieve locatie is. Mogelijk dat bij het Agentschap Telecom al meetresultaten beschikbaar zijn waaruit een conclusie kan worden getrokken.

Een nadere analyse met betrekking tot de ongewenste emissies van de SMART-L buiten de L-band is zeker zinvol om vast te stellen dat er geen in-band verstoringen op bijvoorbeeld de 6 GHz verbinding kan optreden (5<sup>e</sup> harmonische SMART-L). Hetzelfde geldt voor de 2<sup>e</sup> harmonische van de SMART-L, die mogelijk kan interfereren met de 3G (UMTS) mobiele telecommunicatie. Opgemerkt moet worden dat op basis van de specificaties en gegevens van de fabrikant hinderlijke interferentie van de SMART-L op deze radiodiensten niet te verwachten is.

**Discussie**

De toets naar de ICNIRP-richtlijn kent twee uitkomsten: goed of fout. Een beetje goed of een beetje fout bestaat niet. Het is de auteur bekend dat er een discussie gaande is over ALARA dan wel ALATA. In het licht van het advies van de Gezondheidsraad is het ALARA advies om het blootstellingsniveau zo laag als mogelijk te houden. Zo laag als mogelijk om de goede werking van de systemen te faciliteren.

Gezien vanuit de fabrikanten en beheerders van de verschillende zendingrichtingen zijn deze niet gebaat bij het veroorzaken van een hoger blootstellingsniveau dan voor de werking en co-existentie met andere spectrumgebruikers noodzakelijk is. Verkrijgen van ALARA (dan wel ALATA) is vanuit systeemontwerp altijd nuttig.

Daarom hanteert TNO de zienswijze dat de referentiewaarde uit de ICNIRP-limiet, die TNO als limietwaarde beschouwd, primair moet worden gerespecteerd en derhalve dwingend is.

Uit de berekeningen aan de SMART-L, en de bijdrage van de SMART-L aan de gelijktijdig samengestelde blootstelling volgt dat deze voor de meest gebruikte modus (de AAW-modus) enkele procenten van de geldende ICNIRP-



referentiewaarde is. Voor de minst gebruikte modus, de BMD-modus, is de maximale bijdrage 16% van de geldende ICNIRP-referentiewaarde.

Geconcludeerd kan worden dat de bijdrage van de SMART-L aan de gelijktijdige samengestelde blootstelling, onder de veronderstelling dat de overige RF-bronnen 25% van de gelijktijdig samengestelde limietwaarde veroorzaken, in de AAW modus tenminste een factor 56,9 lager is dan wat dan maximaal is toegestaan en in BMD modus tenminste een factor 7,7 lager is dan wat dan maximaal is toegestaan.

## Conclusie

Op basis van de te verwachten maximale bijdragen van de in Nederland door het Agentschap Telecom gemeten overige RF-bronnen, zou de maximaal toelaatbare bijdrage van de SMART-L niet meer mogen zijn dan 96,8% van de ICNIRP2020 referentiewaarde die TNO als limietwaarde beschouwt.

Uit de berekeningen volgt dat de maximale bijdrage van de SMART-L in de modus die overwegend wordt gebruikt, namelijk de AAW modus, in Herwijnen 1,8% van de ICNIRP2020 referentiewaarde bedraagt. Voor de overige locaties ligt de bijdrage tussen 1,4% en 1,7%. Voor de zogenaamde starende modus, de BMD-modus, is de bijdrage van de SMART-L in Herwijnen 15,5% van de ICNIRP2020 referentiewaarde. Voor de overige locaties varieert de bijdrage tussen 8,9% en 12,6%.

Geconcludeerd kan worden dat de bijdrage van de SMART-L aan de gelijktijdige samengestelde blootstelling, zelf onder de veronderstelling dat de overige RF-bronnen 25% van de gelijktijdig samengestelde limietwaarde veroorzaken, in zowel de AAW als in BMD modus voldoet aan het in de ICNIRP-richtlijn gestelde basisrestrictie voor algemeen publiek.

De vele meetresultaten van het Agentschap Telecom over heel Nederland geven geen aanleiding te veronderstellen dat er significante onderlinge verschillen van de gelijktijdig samengestelde blootstelling op de verschillende alternatieve locaties zijn. Ook is de bijdrage van de SMART-L radarinstallatie dusdanig laag dat er geen locatie aan te wijzen is die significant beter scoort op een zo laag mogelijk blootstellingsniveau.

De realisatie van de SMART-L in Herwijnen of in ieder andere kandidaat locatie genoemd in Tabel 1 zal op basis van deze analyse geen overschrijding van de gelijktijdig samengestelde blootstelling veroorzaken.

**Datum**

21 september 2021

**Onze referentie**

DHW-2021-ED-100341656

**Blad**

8/11



Tot slot wordt geconcludeerd dat interferentieproblemen<sup>5</sup> op de omroep- en radiodiensten bij realisatie op de alternatieve locatie Lopikerwaard-Zuid niet te verwachten zijn. Om meer zekerheid te krijgen stelt TNO voor om radiospectrummetingen uit te laten voeren.

**Datum**

21 september 2021

**Onze referentie**

DHW-2021-ED-100341656

**Blad**

9/11

---

<sup>5</sup> De hier beschreven Elektromagnetische Interferentie (EMI) is anders dan het niet hebben van Elektromagnetische Compatibiliteit (EMC), zoals in Wier door enkele bewoners werd ervaren.

**Datum**

21 september 2021

**Onze referentie**

DHW-2021-ED-100341656

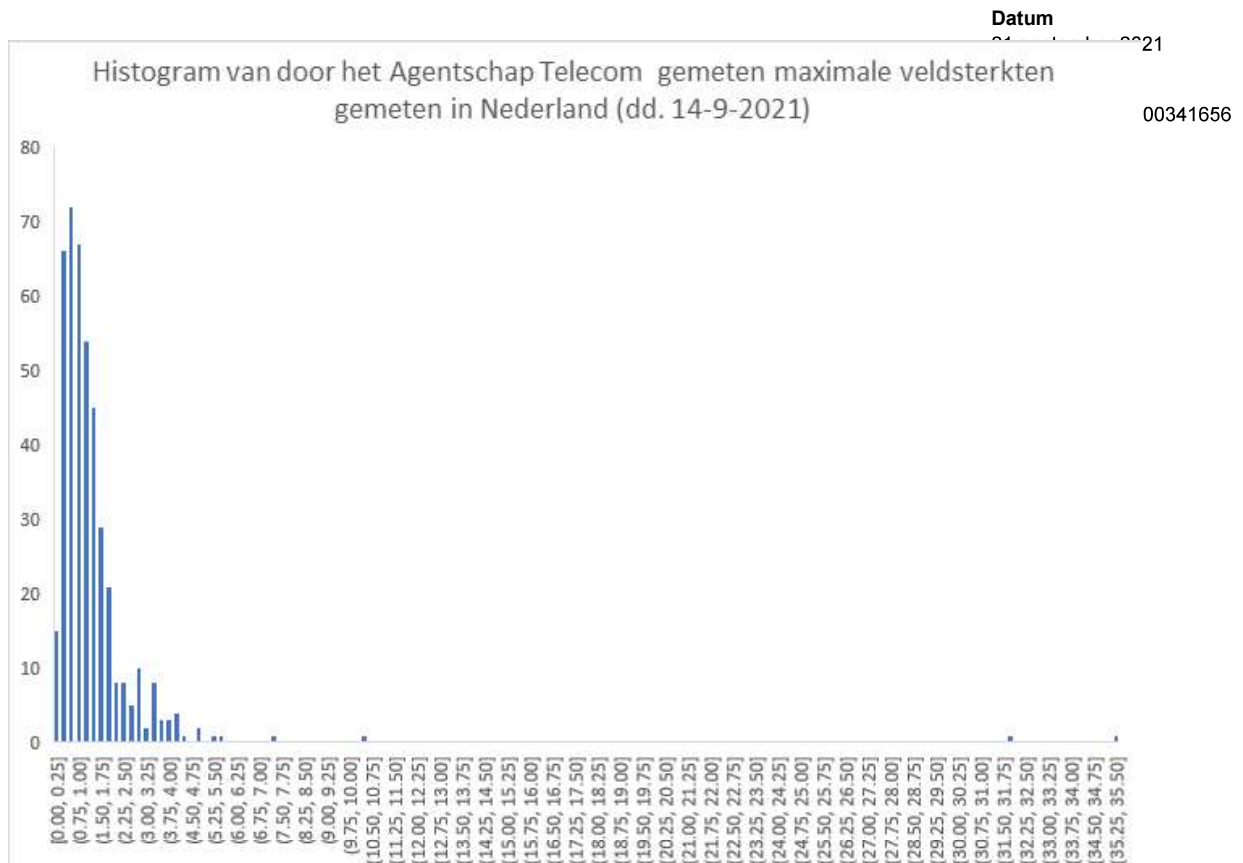
**Blad**

10/11

## Appendix A. Bepaling bijdrage externe RF-bronnen

Tijdens het uitwerken van deze opdracht is door het Ministerie van Defensie gevraagd of er een uitspraak gedaan kan worden over de gelijktijdige samengestelde blootstelling van alle RF-bronnen die op de verschillende locaties kunnen worden verwacht. Zoals eerder aangegeven is het vaststellen van de bijdragen van externe RF-bronnen op een willekeurige locatie in Nederland niet triviaal en zeer afhankelijk van de heersende omstandigheden. Om toch enige houvast te hebben op wat redelijkerwijs verwacht mag worden heeft TNO op 14-9-2021 de website van het antennebureau geraadpleegd (<https://www.antennebureau.nl/straling-en-gezondheid/resultaten-metingen-straling-antennes>). De daarop gepubliceerde meetresultaten zijn geanalyseerd om een schatting te kunnen maken van de heersende elektrische veldsterkten. Op een enkele meting na met een maximale waarde van 35,5 V/m in Utrecht, welke op een balkon is gemeten recht tegenover een basisstation voor mobiele telefonie, kan worden gesteld dat gemiddeld over alle meetlocaties de gemiddelde tijdgemiddelde veldsterkte  $\mu = 1,4$  V/m is. De standaarddeviatie  $\sigma = 2,5$  V/m, hetgeen al aangeeft dat de verdeling niet binomiaal verdeeld kan zijn (de skewness is 11). Indien deze observatie wordt genegeerd en wordt aangenomen dat de meerderheid van de te verwachten elektrische veldsterkten in het interval  $[0, \mu + 2\sigma]$  V/m liggen, dan volgt hieruit dat de te verwachten bijdragen van externe RF-bronnen  $\leq 6,3$  V/m is.

Wanneer de meetwaarden worden geplot in een histogram, met een deelinterval van 0,25 V/m, dan volgt daaruit dat inderdaad voor een ruime meerderheid van de metingen een maximale elektrische veldsterkte van 6,3 V/m een goede veronderstelling is, zie Figuur 2.



Figuur 2 Histogram van door het Agentschap Telecom gemeten maximale veldsterkten in Nederland. Verticaal staan de hoeveelheid meetdata die in het deelinterval valt, horizontaal staat het deelinterval in V/m. De data is 14-9-2021 verkregen van de website van het Antennebureau.

Indien de laagste referentiewaarde, die TNO als limietwaarde beschouwd, uit de ICNIRP2020 van 27,7 V/m wordt genomen, dan is met de hierboven gestelde maximale veldsterkte van 6,3 V/m een uitgangspunt ontstaan om de maximale bijdragen van externe RF-bronnen aan het toegestane blootstellingsniveau op 22,7% te stellen.

Opgemerkt wordt dat bovenstaande in lijn is met de eerdere analyse in TNO 2020 R10094 waarin TNO is uitgegaan dat voor de situatie in Herwijnen de overige RF-bronnen voor maximaal 22,9% aan de samengestelde blootstelling bijdragen<sup>6</sup>.

Voor dit memorandum wordt aangenomen dat op iedere kandidaat alternatieve locatie de externe bronnen voor 25% bijdragen aan de maximaal toegestane blootstellingsniveau conform ICNIRP2020.

<sup>6</sup> Dit is geen wetenschappelijk bewijs dat het bepaalde maximale RF-blootstellingsniveau juist is. Hooguit kan geconcludeerd worden dat de analyses elkaar niet tegenspreken.